

УДК 621.982:669.716

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ПРАВКИ РАСТЯЖЕНИЕМ НА ТОЧНОСТЬ РАЗМЕРОВ ПЛОСКИХ ПОЛУФАБРИКАТОВ

Ю.Н.Логинов, С.П.Буркин, В.В.Сапунжи

(УГТУ, г. Екатеринбург, ОАО «Каменск-Уральский металлургический завод»
г. Каменск-Уральский)

Рассмотрено влияние условий правки растяжением на точность размеров плоских полуфабрикатов из алюминиевых сплавов. В числе параметров, подвергнутых анализу: граничные условия на контакте захватов растяжной машины, различия в исходных размерах заготовок.

В условиях перехода на выпуск продукции по международным стандартам в более жестких полях допусков особую актуальность приобрел вопрос стабилизации размеров поперечного сечения деформированных полуфабрикатов, в том числе влиянию на эти размеры технологических параметров адъюстажных операций, например, правки растяжением. Изучению значимости параметров этих операций посвящена данная работа.

1. Методика промышленного эксперимента и его результаты

Исследования проводились на партии полос из алюминиевого сплава 6061, имеющих прямоугольное сечение размерами 12,7х152,4 мм.

Реальные размеры поперечного сечения после горячей деформации плоской полосы измеряли с помощью микрометра с шагом по длине полосы, равным 1000 мм, в соответствии со схемой рис.1.

После горячей деформации прессованием полоса была подвергнута закалке и правке на растяжной правильной машине, а затем старению. После правки вновь измеряли размеры поперечного сечения в тех же сечениях полосы и определяли степени деформации, полученной полосой во время правки. Результаты измерений и расчетов отражены на рис.2 в виде эпюр распределения степени деформации вдоль длины полосы.

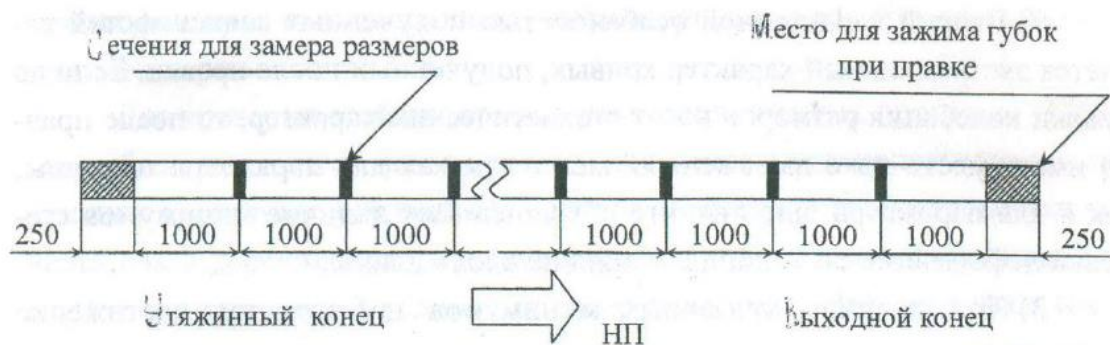
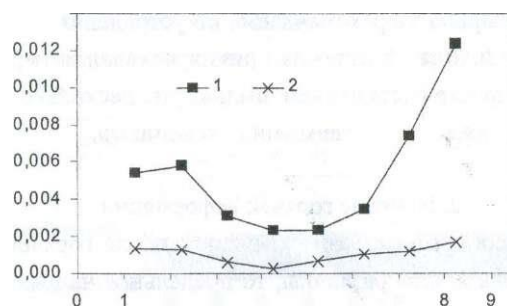


Рис.1. Схема расположения точек замеров; НП - направление прессования

Степень деформации

0,014



2 3 4 5 6 7 Расстояние от выходного конца, м

Рис.2. Распределение деформаций по толщине и ширине полосы

12,7x153,4 мм сплава 6061: 1 - по толщине; 2 - по ширине

Анализ результатов измерений показывает следующее.

1) Колебания размеров полосы после горячей деформации прессованием составляют: для толщины в пределах 0,05 мм, для ширины - в пределах 0,1 мм, что следует считать приемлемым с точки зрения выполнения требований стандарта по полю допуска. Ситуация резко ухудшается после проведения правки, когда колебания размеров составляют уже величину 0,15 мм как по толщине, так и по ширине. В сочетании с допусками, установленными на изготовление прессового инструмента, такие колебания могут выводить изделие в целом за пределы допуска, установленного стандартом.

2) Второй характерной особенностью полученных зависимостей является экстремальный характер кривых, полученных после правки. Если до правки колебания размеров носят стохастический характер, то после правки имеет место ярко выраженный максимум как для параметра толщины, так и для параметра ширины, что обуславливает наличие минимумов степеней деформации по толщине и ширине вдоль длины.

3) При наличии указанных минимумов наблюдается достижение меньших величин толщины и ширины с торца заготовки, примыкающего к пресс-остатку. Вследствие этого кривые имеют несимметричный характер: задний конец заготовки получается тоньше переднего и тем более тоньше ее середины.

Отмеченные явления нуждаются в объяснении, а сам технологический процесс - в выработке рекомендаций по устранению вредных последствий этих явлений. Для объяснения причин появления неравномерности деформаций при правке растяжением выдвинуты несколько гипотез, которые рассмотрены ниже с необходимыми пояснениями.

2. Влияние горячей деформации

Поскольку поперечные размеры полосы после горячей деформации прессованием вдоль длины различны, то предельное напряженное состояние, переводящее металл в состояние текучести, наступает раньше в поперечных сечениях меньшего размера, и такие сечения становятся еще более тонкими. В соответствии с этой гипотезой степень деформации при правке больше там, где меньше размер сечения заготовки. Это положение противоречит полученным данным измерений и поэтому может быть отвергнуто.

3. Влияние жестких зон со стороны захватов растяжной машины

Неравномерность деформации может быть обусловлена влиянием жестких зон, примыкающих к захватам растяжной машины. Наложение дополнительных напряжений сжатия со стороны захватов на основные напряжения растяжения правки вызывает большие деформации около захватов и меньшие - в середине полосы. Правда, в этом случае экстремальные кривые должны выглядеть симметрично, поскольку захваты передают одну и ту же силу как с одной, так и с другой стороны. Полученные экспериментальные кривые выглядят несимметрично, но не исключено наложение

других факторов на этот процесс, усиливающих или ослабляющих влияние этого фактора.

Для проверки этой гипотезы в пакете прикладных программ «Пластиформ» была поставлена задача растяжения полосы при использовании следующих граничных условий. Из условия симметрии рассматривается четверть очага деформации, нерассматриваемые части очага деформации заменяются граничными условиями в перемещениях. Действие захватов на заготовку моделируется заданием нормальных напряжений на контактной поверхности. На этой же поверхности задавались перемещения, характерные для процесса правки и приводящие к достижению относительных деформаций на уровне 2...3%.

Результаты решения представлены на рис. 3 линиями равного уровня для логарифмических степеней деформации при задании напряжений на захватах 10% от величины предела текучести материала $\sigma_{0,2}$.

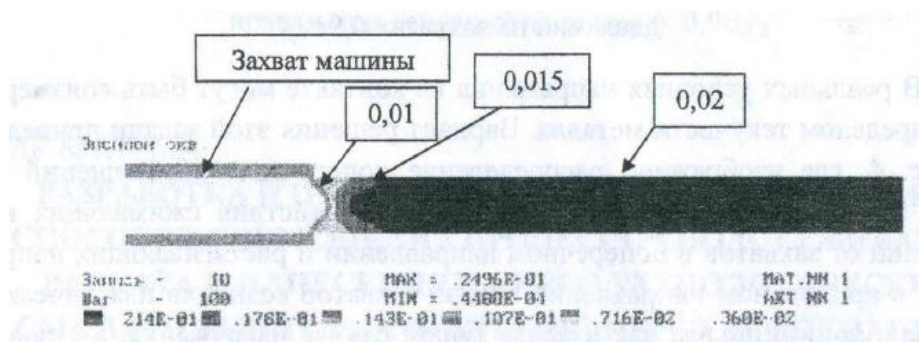


Рис.3. Распределение логарифмической степени деформации при растяжении плоской полосы и давлении на захватах 0,1 $\sigma_{0,2}$.

Анализ рис. 3 показывает, что деформации в этом случае нарастают плавно от захвата к основному телу полосы. Таким образом, прилегающие к захватам части полосы имеют утолщения и их размеры увеличены. Переходная область переменных размеров занимает примерно (1,5...2) толщины полосы.

Зона полосы, удерживаемая захватами, может являться пластической вследствие действия сжимающих напряжений от захватов. Сила, прикладываемая от захватов, может являться постоянной, если растяжная машина имеет независимый привод зажима (гидравлический или пневматический), или переменной, если зажим происходит за счет клинового зажимного

устройства. Чаще всего в производственных условиях эта сила не контролируется и поэтому результат ее действия может быть различен.

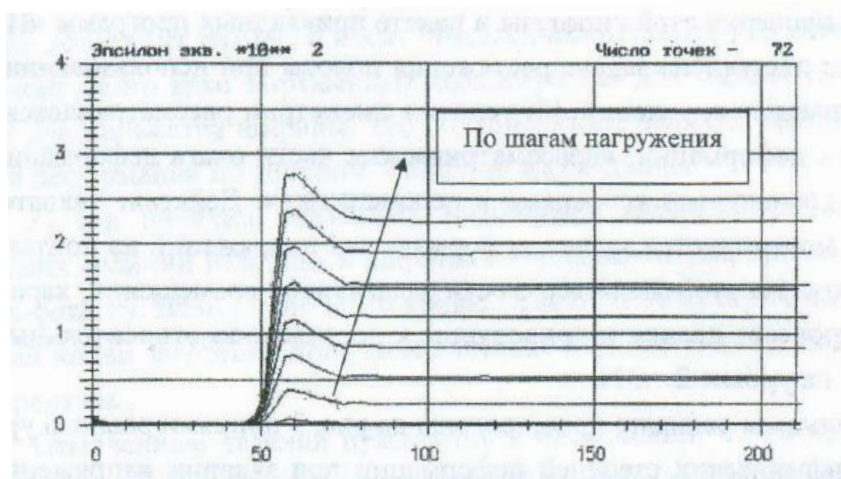


Рис.4. Эпюры логарифмической степени деформации вдоль длины полосы при правке ее растяжением при давлении на захватах $0,9 \sigma_{0,2}$

В реальных условиях напряжения на контакте могут быть соизмеримы с пределом текучести металла. Вариант решения этой задачи приведен на рис. 4, где изображено распределение поперечных перемещений по длине заготовки. Вследствие одновременного действия сжимающих напряжений от захватов в поперечном направлении и растягивающих напряжений в продольном направлении вблизи захватов возникла пластическая зона не с пониженными как в предыдущем случае нагружения, а с повышенными степенями деформации.

Указанное явление приведет к появлению местных утонений заготовки. Графики рис.5 иллюстрируют процесс неравномерного утонения полосы при правке растяжением, причем разница в размерах полосы может составить десятки микрометров, что может вызвать риск получения продукции за пределами поля допуска. Таким образом, степень деформации вблизи захватов правильной машины окажется повышенной, что может явиться объяснением обнаруженных в производственном процессе явлений. Следует отметить, что рассмотренные решения не объясняют наличия разнотолщинности вдали от захватов растяжной машины, что обнаружено в производственном эксперименте.

Подводя итог этому исследованию, можно отметить, что пренебрежение к тонкостям организации адъюстажной стадии обработки деформированных заготовок может привести к большим ошибкам в проектирова-

нии технологического процесса в целом и поставить под сомнение возможность получения продукции высокого качества.



Рис.5. Утонение(мм) полосы по ее длине по ходу процесса
правки при давлении на захватах $0,9 \sigma_{0,2}$